



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران (مهندسی محیط زیست)

بررسی میزان و عوامل موثر در تولید تری هالومتان ها در شبکه انتقال آب
اصفهان به یزد در محیط GIS و ارائه راهکارهای مهندسی کاهش و حذف

امیر حسین عندلیب فیروزآبادی

اساتید راهنما

دکتر احمد خدادادی

دکتر حسین گنجی دوست

استاد مشاور

دکتر بیتا آیتی

بهمن ماه ۱۳۸۸

سلام الغزالي

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه آقای: امیرحسین عندلیب فیروزآبادی

تحت عنوان: بررسی میزان و عوامل موثر در تولید تری هالومتان ها در شبکه انتقال آب اصفهان

به یزد در محیط GIS و ارائه راهکارهای مهندسی کاهش و حذف

را از نظر شکل(فرم) و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای دریافت درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

ردیف	اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر حسین گنجی دوست	استاد	
۲	استاد راهنما	دکتر احمد خدادادی	استادیار	
۲	استاد مشاور	دکتر بیتا آیتی	استادیار	
۳	نماینده تحصیلات تکمیلی			
۴	استاد ناظر	دکتر سیداحمد میرباقری	استاد	
۵	استاد ناظر	دکتر مختارانی	استادیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات اساتید محترم دانشگاه تربیت مدرس خصوصا اساتید ارجمند جناب آقای دکتر گنجی دوست ، جناب آقای دکتر خدادادی و سرکار خانم دکتر آیتی ، پژوهشکده محترم محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس ، اساتید و همکاران محترم دانشگاه علوم پزشکی یزد، شبکه محترم بهداشت و سازمان محترم آب و فاضلاب استان و همچنین از مرکز محترم تحقیقات منابع آب وزارت نیرو و شرکت محترم سهامی آب منطقه ای یزد ، نیز از همکاری مدیریت محترم تصفیه خانه آب اصفهان (جناب آقای مهندس سجادی) که همواره در تمام مراحل و تحقق طرح ، حامی و پشتیبان این طرح پژوهشی بوده اند. نهایت تشکرو سپاس راداشته، همچنین از زحمات اساتید محترم دانشگاه و آزمایشگاه علوم پزشکی تهران (جناب آقای دکتر علی محمدی و جناب آقای مهندس نظم آرا) که علاوه بر در اختیار گذاردن آزمایشگاه، مراحل آنالیز و آزمایش نمونه ها را با تلاش شبانه روزی و دقت بسیار به انجام رسانده اند، نهایت تشکر ، سپاس و قدردانی را دارد.

چکیده

استان یزد در قلب کویر مرکزی ایران قرار دارد و از مشکلات اساسی آن کم آبی می باشد که با عنایت و توجه مسئولان ضمن طراحی و اجرای شبکه آبرسانی انتقال آب از اصفهان به یزد، این مشکلات تا حدی مرتفع گردید. بطور معمول در آخرین مرحله تصفیه آب و گندزدایی شبکه، تصفیه خانه و مخازن و ایستگاه های مسیر از سیستم کلرزی استفاده می گردد که به دلیل واکنش بین مواد آلی طبیعی آب و کلر آزاد در آب احتمال تشکیل ترکیبات جانبی سرطانزا از جمله تری هالومتانها وجود دارد. بر اساس استاندارد وضع شده توسط EPA و ایران حد مجاز تری هالومتانها در آب آشامیدنی ۱۰۰ میکرو گرم درلیتر می باشد که با توجه به اثرات و خطرات مشهود تری هالومتانها هم اکنون در کشورهای اروپایی به ۸۰ میکروگرم درلیتر محدود شده است. با عنایت به اینکه تاکنون هیچگونه طرح تحقیقی و پژوهشی و بررسی و اقدام عملی و اجرایی در خصوص میزان تری هالومتانها در شبکه انتقال آب اصفهان به یزد انجام نشده و با توجه به حساسیت موضوع و طول مسیر حدود ۳۵۰ کیلومتر از اصفهان به یزد و تامین آب شرب شهرهای مسیر بخصوص میبد، اردکان، صدوق و یزد و در کل توزیع و نیز پراکنش این ترکیبات براساس موقعیت جغرافیایی (GIS)، جهت اطمینان خاطر متولیان و شهروندان، این مهم به عنوان اولین گام صورت پذیرفت. دراین تحقیق طی یک دوره یک ساله اقدام به نمونه برداری، سنجش و آنالیز میزان تری هالومتانها به تفکیک چهار ترکیب اصلی عمده و خطرناک کلروفرم، برموفرم، دی کلروبرمومتان و دی برمواکرومتان درفصول مختلف سال از آبگیر زاینده رود و تصفیه خانه آب اصفهان تا مخازن شحنة یزد و ایستگاه ها و مخازن متعادل کننده مسیر و نیز سنجش مقادیر در شبکه شهری یزد تحت پنج ناحیه پوشش دهنده شهرستان با روش (GC-HeadSpace) گردید که با توجه به نتایج بدست آمده، مشخص شد حداکثر میزان کل تری هالومتانها در طول دوره نمونه گیری مربوط به فصل تابستان و برابر ۵۱/۱۴ میکروگرم در لیتر و در شبکه شهری ناحیه مسجد جامع یزد که دارای بافت قدیم است، می باشد. همچنین حداقل غلظت کل تری هالومتانها در زمستان و در شبکه شهری مربوط به منطقه آزاد شهر و برابر ۱/۶۰ میکروگرم درلیتر می باشد. میانگین کل تری هالومتانها در طول دوره نمونه برداری و کل ایستگاه ها برابر ۱۲/۲۶ میکروگرم درلیتر بدست آمد که نتایج نشان می دهد که اختلاف آماری معنی داری بین مقادیر این پارامترها با استاندارد ملی و جهانی وجود ندارد و مقادیر کاملاً مطلوب و پایین تر از حد استانداردهای مجاز می باشد که حاکی از عملکرد خوب تصفیه خانه و مخازن طول مسیرافصفهان به یزداست. همچنین مشخص شد که بین مقادیر تری هالومتانها و پارامترهای موثر در تولید آن اعم از کلر باقیمانده و گرما همبستگی معنی داری وجود دارد (۹۵ و ۹۹ درصد). در نهایت نیز نقشه توزیع و پراکنش تری هالومتانها در خط انتقال و شبکه شهری یزد ترسیم گردید.

کلید واژه ها: تری هالومتان، تصفیه آب، انتقال آب اصفهان به یزد، کروماتوگرافی، سیستمهای اطلاعات مکانی

Abstract

Yazd province is located in the middle of Iran central desert. One of the most important problems of this city is water scarcity in which due to approval of the project for water transferring channel from Isfahan to Yazd, this problem has been solved to some extent. Traditionally, in the last part of water treatment for disinfection chlorination system is used in refinery, storages and channel stations. So, it is possible to form carcinogen lateral composites by tri-halo-methanes (THMs) because of the reaction between the natural organic material and free chlorine available in water. Based on established standard by EPA and DOE of Iran, the permissible limit of THMs in water is 100 µg/L. This limit has been dropped to 80 µg/L in European countries because of the observed effects and dangers of this material. There was not any research indicating the THMs distribution in transferring channel of water from Isfahan to Yazd. Providing the drinking water for cities in this 350 km line specially Meybod, Ardakan, Sadoogh and Yazd is an important factor. In this research, samples were taken from identified points along the water line and THMs' concentrations were obtained. According to the achieved results it was found out that the maximum whole rate of THMs during sampling period related to summer was equal to 51.14 µg/L in civic network, in ancient context of Yazd means Jamea Mosque district. Also the minimum whole concentration of THMs in winter and in domestic network of city related to Azad shahr district was nearly 1.60 µg/L. The Average total of THMs during sampling period and in all station was about 12.26 µg/L. These results show that there is no statistical between these parameters and national and international standard scales. These rates are generally desirable and lower than standard limit that indicate good operation in purification system and storages in the channel line of Isfahan to Yazd. Furthermore we understood there is a correlation between THMs rates and effective parameters in producing them such as the residue chlorine and heat (confidence 95 and 99 percent). Finally the distribution and diffusion plan of THMs in transferring line and civic network of Yazd province in GIS plan was drawn.

Keywords: Tri-halo-methane, Water Treatment, Isfahan -Yazd Water Network, Chromatography, GIS



**Tarbiat Modares University (TMU)
Engineering Faculty**

**Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science (M.Sc.) in
Department of Civil and Environmental Engineering**

**Rate and Effective Factors Investigation in Producing THMs in
Transferring Isfahan - Yazd Water Networks in GIS Map with
Providing Engineering Methods in Reduction and Removal**

Amir Hossein Andalib Firoozabady

Supervisors

Dr. Hossien Ganjidoust

Dr. Ahmad Khodadadi

Advisor

Dr. Bita Ayati

February 2010

فصل اول

کلیات

فصل دوم

بررسی میزان و عوامل موثر در تولید
تری هالومتان ها در خط انتقال آب
اصفهان به یزد و شبکه شهری یزد

فصل سوم
مطالعات کتابخانه ای

فصل چہارم
روش تحقیق

فصل پنجم

بحث و نتایج

فصل ششم

نتیجه گیری، پیشنهادات

منابع و مراجع

پیوست ها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
	فصل اول: کلیات
۵	۱-۱ مقدمه
۵	۲-۱ کلرزنی
۶	۳-۱ فرآیند کلریناسیون
۷	۴-۱ ترکیبات ناشی از کلرزنی
۸	۵-۱ ترکیبات هالوژن دار
۸	۶-۱ مکانیسم تری هالومتان ها
۸	۱-۶-۱ کلروفرم
۱۰	۲-۶-۱ برمودی کلرومتان
۱۱	۳-۶-۱ برموفرم و دی کلرومتان
	فصل دوم: بررسی و عوامل موثر در تولید هالومتان ها در شبکه شهری یزد و ...
۱۳	۱-۲ مقدمه
۱۴	۲-۲ مروری بر پروژه طرح انتقال آب آصفهان به یزد
۱۴	۱-۲-۲ موقعیت طرح
۱۴	۲-۲-۲ اجرای خط انتقال
۱۵	۳-۲-۲ آبگیر
۱۶	۴-۲-۲ تصفیه خانه
۱۶	۵-۲-۲ ایستگاه های پمپاژ
۱۶	۳-۲ تصفیه نهایی آب و ترکیبات جانبی گندزدائی

۱۸	۴-۲ چگونگی تشکیل تری هالومتان ها
۲۰	۵-۲ عوامل موثر در تولید و وقوع تری هالومتان ها
۲۰	۱-۵-۲ پیش سازها
۲۱	۱-۱-۵-۲ مواد آلی آب
۲۴	۲-۱-۵-۲ مواد آلی مصنوعی
۲۴	۳-۱-۵-۲ مواد آلی تولید شده در طی عملیات گندزدایی، تفصیه و انتقال آب
۲۵	۲-۵-۲ مقدار و مدت زمان تماس کلر
۲۷	۳-۵-۲ اثر pH
۲۸	۴-۵-۲ اثر درجه حرارت
۲۹	۵-۵-۲ کاتالیزورهای فلزی
۲۹	۶-۲ آنالیز (تجزیه و تعیین مقدار) تری هالومتان ها
۳۱	۷-۲ استانداردهای جهانی فرآورده های فرعی گندزدایی
۳۴	۸-۲ نگاهی اجمالی به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی آب شرب یزد
۳۴	۸-۱-۸-۲ روش اندازه گیری، سنجش و مقدر پارامترهای آب شرب یزد
۳۷	۹-۲ سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

فصل سوم: مطالعات کتابخانه ای

۳۹	۱-۳ مقدمه
۳۹	۲-۳ مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه تری هالومتان ها در ایران و در سایر کشورها
۴۸	۳-۳ هدف از انجام تحقیق
۴۸	۱-۳-۳ اهمیت موضوع تحقیق
۴۹	۲-۳-۳ اهداف پژوهش
۵۱	۳-۳-۳ فرضیات اولیه پژوهش

فصل چهارم: روش تحقیق

۵۲	۱-۴ مقدمه
۵۲	۲-۴ روش کار
۵۲	۱-۲-۴ مروری بر روش تحقیق
۵۶	۲-۲-۴ محل های نمونه برداری و علت انتخاب آن
۵۶	۳-۲-۴ استراتژی نمونه برداری
۵۷	۴-۲-۴ ایستگاه ها و مسیر خط انتقال آب اصفهان به یزد
۵۷	۵-۲-۵ انتخاب محل های نمونه برداری
۵۷	۱-۵-۲-۴ شبکه شهری یزد
۶۰	۲-۵-۲-۴ شبکه انتقال آب اصفهان به یزد از زاینده رود تا مخازن ورودی یزد
۶۱	۲-۴-۶ مواد، وسایل و تجهیزات مورد نیاز جهت نمونه برداری
۶۱	۷-۲-۴ تمهیدات نمونه برداری
۶۲	۸-۲-۴ نمونه گیری، نگهداری و انتقال
۶۳	۹-۲-۴ دستگاه های اندازه گیری تری هالومتان ها
۶۳	۱۰-۲-۴ تکنیک آماده سازی به روش Head Space
۶۴	۱۱-۲-۴ مواد و ابزار خاص مورد نیاز جهت کالیبراسیون و آنالیز
۶۴	۱۲-۲-۴ کالیبراسیون نمونه ها
۶۷	۱۳-۲-۴ تنظیمات قسمتهای مختلف دستگاه
۶۷	۱۴-۲-۴ خلاصه روش آنالیز نمونه ها

فصل پنجم: بحث و نتایج

۷۱	۱-۵ مقدمه
۷۱	۲-۵ محاسبات آماری

۷۲	۳-۵ نتایج آنالیز نمونه ها در فصول مختلف سال
۷۲	۴-۵ دستاوردهای تحقیق
۷۴	۵-۵ نمونه ها و ایستگاه های نمونه برداری در مرحله تفسیر آماری
۷۶	۶-۵ سنجش و میزان کلر باقیمانده در ایستگاه ها و فصول مختلف سال
۷۷	۷-۵ سنجش میزان کلروفرم
۷۸	۸-۵ سنجش میزان بروموفرم
۸۰	۹-۵ سنجش میزان دی کلرو برمومتان
۸۱	۱۰-۵ سنجش میزان دی برمومتان
۸۲	۱۱-۵ سنجش میزان کل تری هالومتان ها
۸۵	۱۲-۵ توزیع حداکثر، میانگین و حداقل نیز انحراف معیار و واریانس مقادیر کلر باقیمانده بر
۸۶	۱۳-۵ نتایج حاصل از سنجش کلر باقیمانده
۸۷	۱۴-۵ توزیع حداکثر، میانگین و حداقل نیز انحراف معیار و واریانس مقادیر تری هالومتان ها
۸۸	۱۵-۵ نتایج حاصل از سنجش کل تری هالومتان ها
۹۰	۱۶-۵ تجزیه و تحلیل استنباطی
۹۱	۱-۱۶-۵ رابطه فصول نمونه برداری با دیگر پارامترها
۹۳	۲-۱۶-۵ رابطه تغییرات کلر باقیمانده با دیگر پارامترها
۹۵	۳-۱۶-۵ رابطه تغییرات تری هالومتان ها با سایر پارامترها
۹۷	۱۷-۵ توزیع و پراکنش تری هالومتانها در مختصات GIS

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۹۹	۱-۶ مقدمه
۹۹	۲-۶ نتیجه گیری
۱۰۰	۳-۶ راهکارهای مهندسی کاهش و حذف تری هالومتان ها